

221530

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PÄTENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. März 2001 (29.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/21530 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C01F 7/44, B01J 6/00, 8/14

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/06174

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. Juli 2000 (03.07.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 44 778.0 17. September 1999 (17.09.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): METALLGESELLSCHAFT AG [DE/DE]; Bock-
enheimer Landstrasse 73-77, D-60325 Frankfurt am Main
(DE).

(71) Anmelder (nur für US): STOLARSKI, Kristina (Tes-
tamentsvollstreckerin für den verstorbenen Erfinder)
[DE/DE]; Taunusstrasse 104 b, D-61440 Oberursel (DE).

(72) Erfinder: STOLARSKI, Eberhard (verstorben).

(72) Erfinder; und

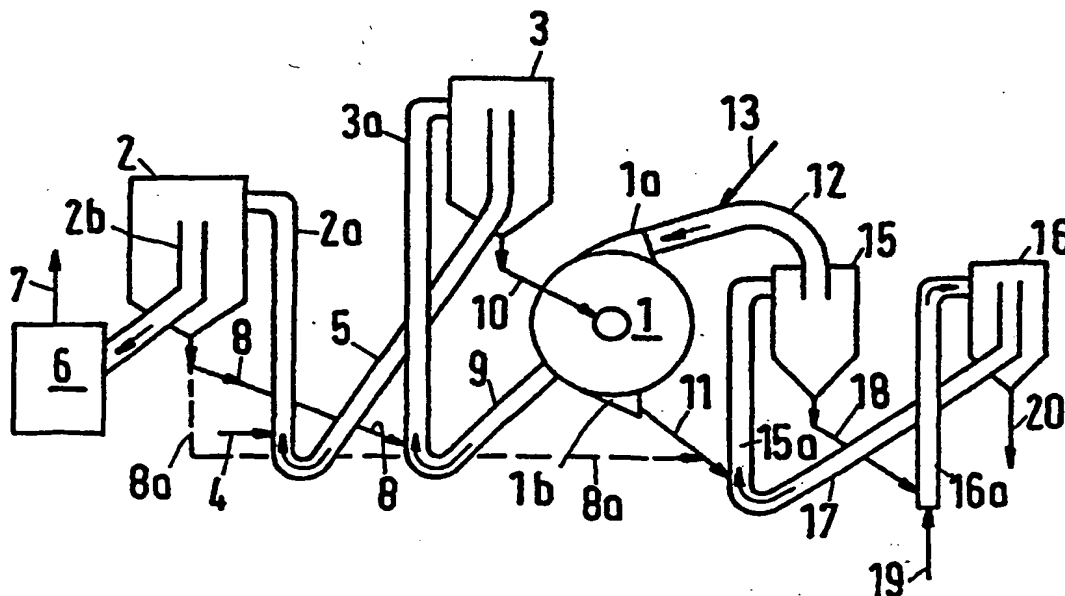
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HIRSCH, Martin
[DE/DE]; Am Vogelschutz 5, D-61381 Friedrichsdorf
(DE). ORTH, Andreas [DE/DE]; Römerstrasse 7,
D-61381 Friedrichsdorf (DE). SCHMIDT, Hans-Werner
[DE/DE]; Hasselhorstweg 9, D-60599 Frankfurt am Main
(DE). STOCKHAUSEN, Werner [DE/DE]; An der
Bleiche 4, D-61118 Bad Vilbel (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: METALLGESELLSCHAFT
AG; Bockenheimer Landstrasse 73-77, D-60325 Frankfurt
am Main (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR THERMALLY TREATING GRANULAR SOLID MATTER

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM THERMISCHEN BEHANDELN KÖRNIGER FESTSTOFFE





(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AU, BR, CA, CN, ID, US, ZA.

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: In einer Vorrichtung zum thermischen Behandeln von körnigen Feststoffen zum Ausführen endothermer Reaktionen wird in einem Reaktor aus den Feststoffen CO₂ und/oder Wasser abgespalten, wobei man Brennstoff zum Erzeugen von Verbrennungsgas im Reaktor verbrennt, die Feststoffe im Reaktor in wirbelnden Kontakt mit den Verbrennungsgasen bringt, heisses Abgas aus dem Reaktor zum Vorwärmen der Feststoffe verwendet und aus dem Reaktor Feststoffe abzieht. Der Reaktor ist als etwa zylindrischer, liegender Zyklon mit einer etwa horizontalen Symmetrie- und Wirbelachse ausgebildet, wobei man in einen Eintrittsbereich des Reaktors Brennstoff, Feststoffe und Gase unter Ausbildung einer Rotationsströmung im Eintrittsbereich in den Reaktor leitet und von einem Austrittsbereich des Reaktors, Feststoffe und heisses Gas abzieht.

Vorrichtung zum thermischen Behandeln körniger Feststoffe

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum thermischen Behandeln von körnigen Feststoffen zum Ausführen endothermer Reaktionen, wobei aus den Feststoffen CO_2 und/oder Wasser abgespalten wird, mit einem Reaktor, dem man Brennstoff, O_2 -haltiges Gas und vorgewärmte Feststoffe zuführt, wobei man den Brennstoff zum Erzeugen von Verbrennungsgas mit Temperaturen im Bereich von 600 bis 1500°C im Reaktor verbrennt, die Feststoffe im Reaktor in wirbelnden Kontakt mit den Verbrennungsgasen bringt, heißes Abgas aus dem Reaktor zum Vorwärmen der Feststoffe verwendet und aus dem Reaktor Feststoffe mit Temperaturen im Bereich von 400 bis 1200°C abzieht.

Apparaturen dieser Art sind bekannt und z. B. in WO 97/18165 A1 und GB 2 019 369 beschrieben, wobei man Aluminiumoxid aus Aluminiumhydroxid erzeugt. WO 97/18165 schlägt für den Reaktor eine zirkulierende Wirbelschicht vor und gemäß GB 2 019 369 A1 ist der Reaktor röhrenförmig mit senkrechter Achse ausgebildet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die eingangs genannte Vorrichtung in apparativ einfacher Weise auszuführen und dabei auch mit möglichst geringer Bauhöhe der Anlage auskommen zu können.

Erfindungsgemäß gelingt dies dadurch, daß der Reaktor als etwa zylindrischer, liegender Zyklon mit einer etwa horizontalen Symmetrie- und Wirbelachse ausgebildet ist, wobei man in einen Eintrittsbereich des Reaktors Brennstoff, Feststoffe und Gase in den Reaktor leitet und von einem Austrittsbereich des Reaktors, der dem Eintrittsbereich im horizontalen Abstand etwa gegenüber liegt, Feststoffe und heißes Abgas abzieht.

Es ist zweckmäßig, wenn dem Reaktor mindestens ein Vorwärmzyklon vorgeschaltet ist. In diesem Fall kann man die Vorwärmung der Feststoffe in mindestens einem Zyklon mit Abgas aus dem Reaktor vorzunehmen, wobei man das gebrauchte Abgas durch eine tauchrohrartig im Zyklon angeordnete Ableitung abzieht. Die tauchrohrartige

Ableitung erspart Bauhöhe und kann gleichzeitig zum Fixieren des Zyklons dienen.

Es ist zweckmäßig, dem Reaktor eine Kühleinrichtung nachzuschalten und dabei die aus dem Reaktor abgezogenen Feststoffe im direkten Kontakt mit O₂-haltigem Gas zu kühlen und das dabei erwärmte O₂-haltige Gas in den Reaktor zu leiten, wo es für die Verbrennung gebraucht wird.

Der Reaktor kann der thermischen Behandlung verschiedenartiger Feststoffe dienen, nur beispielsweise seien hier Aluminiumhydroxid genannt, das zu Aluminiumoxid umgewandelt wird. Ferner kommen z. B. Carbonate infrage, aus denen man CO₂ thermisch austreibt, um Oxide zu gewinnen. Üblicherweise wird man dafür sorgen, daß mindestens 50 Gew.-% der dem Reaktor zugeführten Feststoffe eine Verweilzeit von mindestens 5 Sekunden im Reaktor haben, wobei ihre Aufheizung auf die jeweils erforderliche Temperatur erfolgt. Um eine Verlängerung der Verweilzeit zu erreichen, ist es zweckmäßig, das heiße Abgas aus dem Reaktor durch eine Austrittsleitung abzuziehen, die tauchrohrartig um eine Länge T vom 0,03- bis 0,2-fachen der horizontalen Gesamtlänge des Reaktors in dessen Innenraum hinein vorspringt. Diese tauchrohrartige Ableitung sorgt für zusätzliche Verwirbelung im Gas, wodurch dessen Verweilzeit und damit auch die Verweilzeit der Feststoffe im Reaktor verlängert wird.

Ausgestaltungsmöglichkeiten der Vorrichtung werden mit Hilfe der Zeichnung erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 eine Variante der Vorrichtung in Ansicht,
- Fig. 2 einen vertikalen Längsschnitt durch den Reaktor in schematischer Darstellung,
- Fig. 3 einen Schnitt nach der Linie III-III in Fig. 2 durch den Eintrittsbereich des Reaktors der Fig. 2 und
- Fig. 4 einen Schnitt nach der Linie IV-IV durch den Austrittsbereich des Reaktors der Fig. 2.

Die Anlage gemäß Fig. 1 weist als Kernstück den Reaktor (1) auf, der etwa die Form eines liegenden Zylinders mit horizontaler Symmetrie- und Wirbelachse hat. Die beiden Vorwärmstufen bestehen aus den Zyklonen (2) und (3) mit zugehörigen Steigleitungen (2a) und (3a), denen man Feststoffe jeweils im Fußbereich zuführt. Die zu behandelnden Feststoffe, z. B. Aluminiumhydroxid, speist man durch die Leitung (4) in die Steigleitung (2a) ein, wo sie mit Hilfe von heißem Gas aus der Leitung (5) pneumatisch in den Zyklon (2) transportiert werden. Das Abgas verläßt den Zyklon (2) durch die Leitung (2b), die innerhalb des Zyklons (2) abwärts geführt ist und in einer Gasreinigung (6) mündet. Die Gasreinigung kann z. B. als Naßwäsche oder Elektrofilter ausgestaltet sein; gereinigtes Gas zieht in der Leitung (7) ab. Die Anzahl der Vorwärmstufen kann in der Praxis beliebig gewählt werden.

Im Zyklon (2) angewärmte Feststoffe verlassen diesen durch die Leitung (8) und werden zum Fuß der Steigleitung (3a) geführt. Heißes Abgas aus dem Reaktor (1), welches in der Leitung (9) herangeführt wird, transportiert die Feststoffe zum Zyklon (3), und vorgewärmte Feststoffe werden durch die Leitung (10) dem Reaktor (1) zugeführt. Abgas verläßt den Zyklon (3) abwärts strömend in der Leitung (5) und wird der ersten Vorwärmstufe zugeführt. Bei Bedarf kann man einen Teil der vom Zyklon (2) kommenden Feststoffe unter Umgehung des heißen Bereichs der Anlage durch die gestrichelte Leitung (8a) den heißen Feststoffen der Leitung (11) zumischen.

Durch die Leitung (12) führt man dem Reaktor (1) vorgewärmtes, O₂-haltiges Gas (z. B. Luft) zu, gleichzeitig kommt Brennstoff aus der Leitung (13). Um die Aschenproduktion im Reaktor (1) niedrig zu halten, verwendet man üblicherweise gasförmigen Brennstoff, z. B. Erdgas. Üblicherweise setzt die Verbrennung des Brennstoffs mit dem O₂-haltigen Gas bereits am Gaseintritt (1a) des Reaktors (1) ein, dann bildet sich im Reaktor (1) im Eintrittsbereich eine Rotationsströmung mit horizontaler Wirbelachse aus; Einzelheiten werden weiter unten mit Hilfe der Fig. 2 bis 4 erläutert.

Das heiße Feststoff-Produkt verläßt den Reaktor (1) durch den Auslaß (1b) und wird durch die Leitung (11) der Kühlung

zugeführt. Ebenso wie die Vorwärmung kann die Kühlung in einer oder mehreren Stufen erfolgen. Im vorliegenden Fall sind zwei Kühlstufen dargestellt, zu denen die Zyklone (15) und (16) und die zugehörigen Steigleitungen (15a) und (16a) gehören. Relativ kaltes, O_2 -haltiges Gas wird durch die Leitung (17) zum Fuß der Steigleitung (15a) geführt, wo es das Feststoff-Produkt aus der Leitung (11) in den Zyklon (15) fördert. Das Gas verläßt den Zyklon (15) durch die Leitung (12), und die teilweise gekühlten Feststoffe gelangen durch die Leitung (18) zum Fuß der Steigleitung (16a). Dieser Steigleitung (16a) führt man durch die Leitung (19) relativ kaltes O_2 -haltiges Gas, z. B. Umgebungsluft, zu und fördert die Feststoffe pneumatisch in den Zyklon (16). Das Gas verläßt dann den Zyklon (16) durch die Leitung (17), und gekühlte Feststoffe werden in der Leitung (20) abgezogen. Selbstverständlich ist die Zahl der Kühlstufen beliebig wählbar.

Die Fig. 2 bis 4 zeigen Einzelheiten des Reaktors (1) mit dem Gaseinlaß (1a), einem Feststoff-Eintritt (1c), einem Gasauslaß (9a) und dem Feststoff-Auslaß (1b). Die vorgewärmten Feststoffe werden in der Leitung (10) herangeführt und etwa zentral durch den Einlaß (1c) in den Eintrittsbereich des Reaktors (1) geführt, wo sie von den Verbrennungsgasen erfaßt werden, die vom Gaseintritt (1a) kommen. Es ist möglich, die Feststoffe aus der Leitung (10) ganz oder teilweise durch die gestrichelt eingezeichnete

Leitung (10a) auch durch den Eintritt (1a) dem Reaktor (1) zuzuführen.

Es empfiehlt sich, insbesondere durch die Wahl der Länge L und des Durchmessers Z des Reaktors (1) dafür zu sorgen, daß mindestens 50 Gew.-% der dem Reaktor zugeführten Feststoffe eine Verweilzeit von mindestens 5 Sekunden und vorzugsweise mindestens 7 Sekunden im Reaktor haben. Die Austrittsleitung (9a) ist vorzugsweise um eine Länge T tauchrohrartig in das Innere des Reaktors hinein vorspringend ausgebildet. Dadurch ergeben sich günstige Strömungsbedingungen, welche die Verweilzeiten im Reaktor verlängern. Die Länge T beträgt vorzugsweise das 0,03- bis 0,2-fache der Reaktorlänge L. Eine vorteilhafte Ausgestaltung besteht darin, daß die Drallzahl, die das Verhältnis von Axialimpuls zu Drehimpuls unter Berücksichtigung des Feststoffimpulses und des Quotienten von Ein- und Austrittstemperatur ist, größer als 1,5 ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum thermischen Behandeln von körnigen Feststoffen zum Ausführen endothermer Reaktionen, wobei aus den Feststoffen CO_2 und/oder Wasser abgespalten wird, mit einem Reaktor, dem man Brennstoff, O_2 -haltiges Gas und vorgewärmte Feststoffe zuführt, wobei man den Brennstoff zum Erzeugen von Verbrennungsgas mit Temperaturen im Bereich von 600 bis 1500°C im Reaktor verbrennt, die Feststoffe im Reaktor in wirbelnden Kontakt mit den Verbrennungsgasen bringt, heißes Abgas aus dem Reaktor zum Vorwärmen der Feststoffe verwendet, aus dem Reaktor Feststoffe mit Temperaturen im Bereich von 400 bis 1200°C abzieht und das O_2 -haltige Gas mit den heißen Feststoffen vorwärmt, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor als etwa zylindrischer, liegender Zyklon mit einer etwa horizontalen Symmetrie- und Wirbelachse ausgebildet ist, wobei man in einen Eintrittsbereich des Reaktors Brennstoff, Feststoffe und Gase in den Reaktor leitet und von einem Austrittsbereich des Reaktors, der dem Eintrittsbereich im horizontalen Abstand etwa gegenüber liegt, Feststoffe und heißes Abgas abzieht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Reaktor mindestens ein Vorwärmzyklon vorgeschaltet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Reaktor mindestens eine Kühleinrichtung nachgeschaltet ist, in welcher vom Reaktor abgezogene Feststoffe im direkten Kontakt mit O₂-haltigem Gas gekühlt werden.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor eine Austrittsleitung zum Abziehen von heißem Abgas aufweist, die um eine Länge T vom 0,03- bis 0,2-fachen der horizontalen Gesamtlänge L des Reaktors in dessen Innenraum hinein vorspringt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß am Reaktor die Feststoffzufuhröffnung am Reaktorumfang dem Feststoffabzug gegenüberliegend angeordnet ist.

This Page Blank (uspto,

1/1

Fig.1

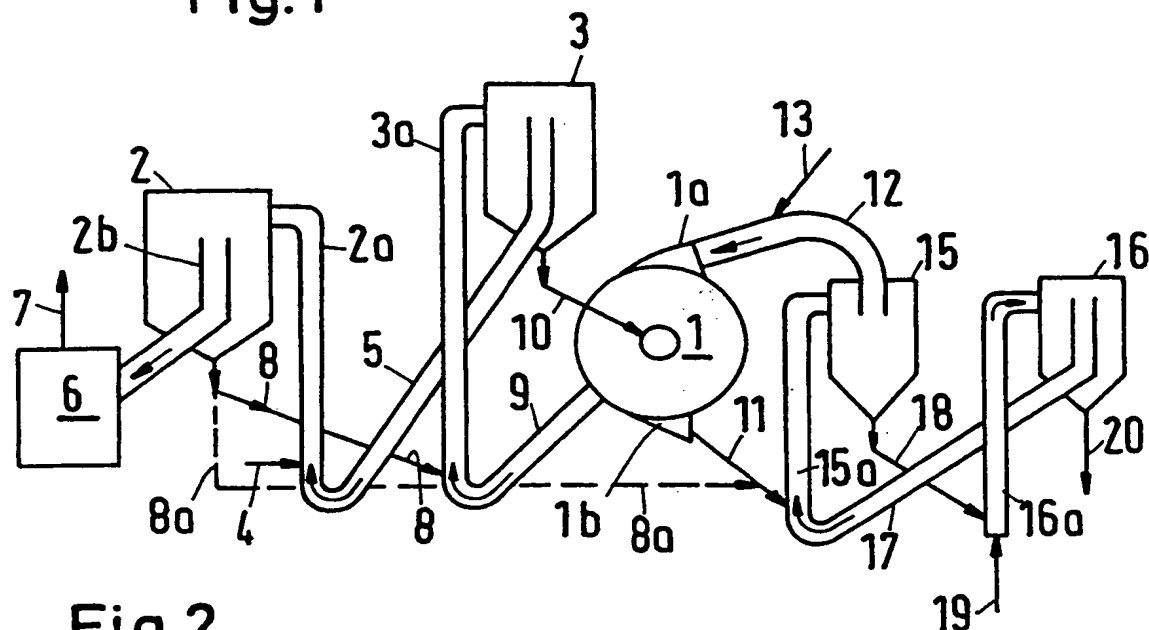


Fig.2

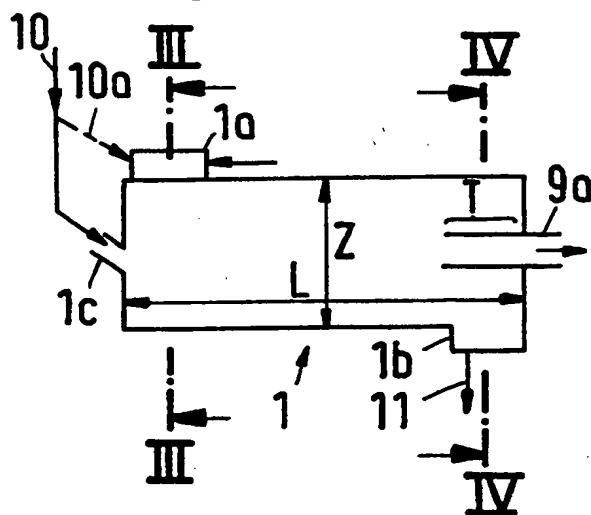


Fig.3

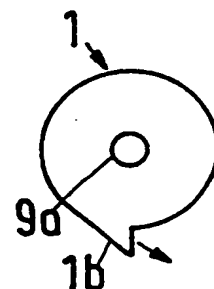
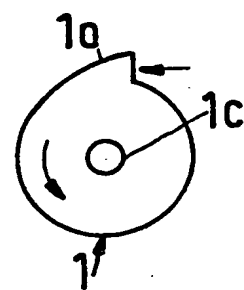


Fig.4

JC13 Rec'd PCT/PTC 15 MAR 2002

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 00/06174

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C01F7/44 B01J6/00 B01J8/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C01F B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, CHEM ABS Data, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 616 303 A (WYSK S RONALD ET AL) 1 April 1997 (1997-04-01) cited in the application the whole document	1-4
Y	DE 195 42 309 A (METALLGESELLSCHAFT AG) 15 May 1997 (1997-05-15) cited in the application the whole document	1-4
Y	GB 2 019 369 A (SMIDTH & CO AS F L) 31 October 1979 (1979-10-31) cited in the application the whole document	1-4
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 November 2000

Date of mailing of the international search report

16/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zalm, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

CT/EP 00/06174

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p> DATABASE WPI Section Ch, Week 199424 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class J09, AN 1994-198367 XP002152134 & SU 1 806 309 A (PRIMORSK BOR PRODN ASSOC), 30 March 1993 (1993-03-30) abstract </p>	1-4
A	<p> US 3 752 455 A (ZACPAL Z ET AL) 14 August 1973 (1973-08-14) </p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/06174

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5616303	A	01-04-1997	NONE	
DE 19542309	A	15-05-1997	AU 7497096 A	05-06-1997
			BR 9611386 A	24-10-2000
			CA 2235706 A	22-05-1997
			EA 980451 A	29-10-1998
			WO 9718165 A	22-05-1997
			EP 0861208 A	02-09-1998
			SK 64298 A	12-07-1999
			US 6015539 A	18-01-2000
GB 2019369	A	31-10-1979	IT 1166752 B	06-05-1987
			AU 533515 B	01-12-1983
			AU 4631079 A	25-10-1979
			BR 7902452 A	30-10-1979
			DE 2916142 A	31-10-1979
			ES 479716 A	16-06-1980
			ES 482578 A	16-04-1980
			FR 2423445 A	16-11-1979
			GB 2097903 A, B	10-11-1982
			HU 180947 B	30-05-1983
			IN 150912 A	15-01-1983
			JP 54151597 A	28-11-1979
			MX 151661 A	30-01-1985
			NL 7903123 A	23-10-1979
			NO 791174 A	23-10-1979
			SU 932979 A	30-05-1982
			US 4529579 A	16-07-1985
			YU 223982 A	31-08-1986
SU 1806309	A	30-03-1993	NONE	
US 3752455	A	14-08-1973	NONE	

inis Page Blank (usps,

CT/EP 00/06174

IPK 7 C01F7/44 B01J6/00 B01J8/14

IPK 7 C01F B01J

WPI Data, PAJ, CHEM ABS Data, EPO-Internal

Zalm, W

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DATABASE WPI Section Ch, Week 199424 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class J09, AN 1994-198367 XP002152134 & SU 1 806 309 A (PRIMORSK BOR PRODN ASSOC), 30. März 1993 (1993-03-30) Zusammenfassung</p>	1-4
A	<p>US 3 752 455 A (ZACPAL Z ET AL) 14. August 1973 (1973-08-14)</p>	

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/06174

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5616303 A	01-04-1997	KEINE	
DE 19542309 A	15-05-1997	AU 7497096 A BR 9611386 A CA 2235706 A EA 980451 A WO 9718165 A EP 0861208 A SK 64298 A US 6015539 A	05-06-1997 24-10-2000 22-05-1997 29-10-1998 22-05-1997 02-09-1998 12-07-1999 18-01-2000
GB 2019369 A	31-10-1979	IT 1166752 B AU 533515 B AU 4631079 A BR 7902452 A DE 2916142 A ES 479716 A ES 482578 A FR 2423445 A GB 2097903 A, B HU 180947 B IN 150912 A JP 54151597 A MX 151661 A NL 7903123 A NO 791174 A SU 932979 A US 4529579 A YU 223982 A	06-05-1987 01-12-1983 25-10-1979 30-10-1979 31-10-1979 16-06-1980 16-04-1980 16-11-1979 10-11-1982 30-05-1983 15-01-1983 28-11-1979 30-01-1985 23-10-1979 23-10-1979 30-05-1982 16-07-1985 31-08-1986
SU 1806309 A	30-03-1993	KEINE	
US 3752455 A	14-08-1973	KEINE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)